

ВІДГУК

**рецензента на дисертаційну роботу Головченко Олексія Павловича
«Вплив дрібності холодного пластичного деформування пільгерною
прокаткою на мікроструктуру та точність труб», що подана на здобуття
ступеня доктора філософії з галузі знань G Інженерія, виробництво та
будівництво за спеціальністю G8 Матеріалознавство**

Відгук складено на основі вивчення дисертації, опублікованих здобувачем наукових праць, а також документів, що свідчать про реалізацію та впровадження наукових досліджень.

1. Актуальність обраної теми дослідження

Холоднодеформовані труби відповідального призначення широко застосовуються в авіа-, ракето-, судно-, машинобудуванні, енергетиці та інших високотехнологічних галузях. Одними з основних параметрів їх якості є мікроструктура металу, поперечна різностінність та овальність труб.

Такі труби виготовляються за допомогою холодного пільгерного деформування. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення якості трубної продукції для покращення службових характеристик за рахунок вивчення впливу дрібності деформації на зазначені параметри. Це, в свою чергу, сприятиме підвищенню конкурентоспроможності українських виробників.

У роботі досліджено вплив дрібності деформування пільгерною прокаткою на мікроструктуру, поперечну різностінність і овальність труб із сталі 08X18H10T. Розглянуто різні варіанти сполучень подачі та повороту кліті стану і визначено раціональні параметри деформування.

Дисертаційна робота складається з досліджень, що виконані комплексно з визначення впливу холодного пільгерного деформування при різних варіантах сполучень подачі та повороту на формування мікроструктури, поперечної різностінності та овальності труб.

Основним практичним результатом роботи є отримані експериментальні залежності щодо впливу дрібності деформування на мікроструктуру та точність труб, які потрібні для розробки технологій виробництва труб з корозійностійких сталей за сучасними стандартами.

Отримані результати створюють науково-технічне підґрунтя для підвищення економічної ефективності виробничих процесів, що, в свою чергу, може забезпечити зростання прибутковості підприємств, залучених до виготовлення холоднодеформованих труб. Запропоновані технологічні рішення відкривають перспективи для випуску продукції нового покоління з

покращеними експлуатаційними характеристиками, яка відповідає сучасним вимогам міжнародних стандартів

Дисертаційна робота Головченка О. П. являє собою комплексне дослідження, спрямоване на розв'язання однієї з актуальних науково-практичних проблем сучасного матеріалознавства — встановлення технологічних чинників, що забезпечують формування градієнтної мікроструктури металу в процесі холодного пільгерного деформування. Отримані результати впроваджено у виробничу практику, що дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики трубної продукції, а також функціональні властивості виробів, виготовлених на її основі.

Тому вважаю, що тема дисертаційного дослідження **Головченко Олексія Павловича є актуальною.**

2. Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами і темами

Результати досліджень були впроваджені при створенні освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії за спеціальністю G8 «Матеріалознавство» в Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» при введенні дисципліни «Закономірності формування структури матеріалів» для здобувачів освітньо-наукової програми «Матеріалознавство» спеціальності G8 «Матеріалознавства» (третій освітньо-науковий рівень) (див. додаток Б).

Дослідження виконано частково в рамках тематики держбюджетної науково-дослідної роботи ДР № 0112U000641 Національної металургійної академії України. Автор був виконавцем зазначеної роботи.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність та наукова новизна

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі Головченка Олексія Павловича, характеризуються високим ступенем обґрунтованості та достовірності. Цей рівень досягнуто завдяки комплексному, системному підходу до проведення експериментальних досліджень, а також застосуванню виробничого обладнання та вимірювальних засобів, що використовуються в умовах діючого промислового виробництва і пройшли відповідну метрологічну атестацію.

Металографічні дослідження, проведені автором, дали змогу не лише ідентифікувати структурні зміни, але й встановити механізм впливу дрібності холодного пластичного деформування на еволюцію мікроструктури металу в поперечному перерізі труб. Це дозволило обґрунтувати закономірності

формування градієнтної структури та з'ясувати їхній вплив на експлуатаційні властивості матеріалу.

Для підтвердження достовірності отриманих результатів також був застосований статистичний аналіз, що дозволив об'єктивно оцінити варіативність параметрів точності трубної продукції. Зокрема, заслуговує на увагу аналіз розподілу показників поперечної різностінності та овальності в серіях виробів з великим обсягом вибірки, що істотно підвищує довіру до отриманих висновків. Комплексність і багаторівневість застосованого методологічного підходу є додатковим підтвердженням наукової обґрунтованості та достовірності результатів дисертаційної роботи.

Формулюванні наукова новизна має чіткі рамки, що визначені кількісно.

Для холодного пластичного деформування пільгерною прокаткою при умовах однакового відносного обтиску труби – заготовки за один подвійний хід кліті комплексно для чотирьох варіантів сполучень подачі та повороту:

1. Вперше встановлена експериментальна залежність для холодного пластичного деформування сталі 08X18H10T пільгерною прокаткою по маршруту 25x2,5–16x1,5 (в мм) з зменшення розміру зерен мікроструктури на 2 бали біля внутрішньої поверхні труб порівняно з зернами мікроструктури біля зовнішньої поверхні при збільшення дрібності деформування в 4 рази з 16 разів до 48 разів.

Дрібність деформування збільшувалась за рахунок пластичного деформування металу при подачі 2 мм, перед прямим та 2 мм перед зворотним ходом та за рахунок деформування в двох зонах, одна при деформуванні прямим ходом і одна при деформуванні зворотним ходом на відміну від деформування з подачею 4 мм тільки прямим ходом при однаковій загальній деформації труби 0,52.

Це приводить до покращення експлуатаційних характеристики труб, пов'язаних зі зменшенням розмірів зерен біля внутрішньої поверхні таких як міцність та корозійна стійкість.

2. Набули подальшого розвитку залежності, що встановлені експериментально при холодному пластичному деформуванні сталі 08X18H10T пільгерною прокаткою по маршруту 25x2,5–16x1,5 (в мм) з впливу процесу прокатки з підвищеною дрібністю деформації в 4 рази, з 24 до 96, з 19 до 76, з 16 до 64, з 14 до 56 та з різними величинами подачі відповідно 2+2; 2,5+2,5; 3+3; 3,5+3,5 (в мм) та 4, 5, 6, 7 (в мм) на поперечну різностінність та овальність труб.

Дрібність деформування збільшувалась за рахунок пластичного деформування металу при подачі перед прямим та перед зворотним ходом, що зменшена в два рази та за рахунок додаткового деформування зворотним ходом

на відміну від деформування тільки прямим ходом при однаковій загальній деформації труби 0,52. Поперечна різностінність та овальність зменшувалися при цьому в 1,5 - 2 рази.

Відмінність є в тому, що додатково досліджено вплив подачі.

Застосування отриманих у дисертаційній роботі залежностей дає змогу обґрунтовано обирати раціональні параметри холодного пільгерного деформування з урахуванням вимог до точності геометричних характеристик трубної продукції. Запропоновані варіанти технологічних режимів забезпечують зниження поперечної різностінності та овальності труб до рівнів, що перевищують чинні галузеві стандарти та нормативні обмеження. Це створює передумови для організації виробництва труб нового якісного рівня, орієнтованого на розширення сфер їхнього застосування у відповідальних конструкціях та в умовах підвищених експлуатаційних навантажень.

4. Наукові положення і результати, що виносяться на захист

Серед важливих наукових положень, що виносяться на захист, ключовим є вперше встановлений факт, що збільшення дрібності деформування в процесі холодного пластичного пільгерного деформування створює умови для формування градієнтної мікроструктури металу. Така структура характеризується більш інтенсивним подрібненням зерен у приповерхневих шарах внутрішньої поверхні труб порівняно з зовнішньою, що свідчить про нерівномірний розподіл інтенсивності пластичної деформації по перерізу стінки трубного виробу.

Крім того, у дисертаційній роботі показано, що підвищення дрібності деформування призводить до зменшення інтенсивності локальних деформацій обтиску в зоні миттєвого осередку деформування, що, у свою чергу, знижує рівень супутніх деформацій у напрямках вздовж та впоперек головного навантаження. Таке зменшення сприяє підвищенню геометричної точності труб, зокрема зменшенню поперечної різностінності та овальності.

Зазначені наукові положення є новими та мають істотну прикладну цінність. Особливо слід підкреслити, що вперше встановлено кількісно визначений вплив дрібності деформування на параметри структури та точності металевих труб, що відкриває перспективи для подальших комплексних досліджень у галузі керованого формування мікроструктури при інтенсивній пластичній деформації.

Наукові результати, винесені на захист, конкретизовані у вигляді експериментально підтверджених кількісних залежностей, що значно розширює можливості їх практичного застосування у виробництві трубної продукції. Реалізація цих результатів дозволяє суттєво підвищити службові

характеристики труб, а отже — і надійність виробів відповідального призначення, виготовлених із них.

5. Повнота викладення положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури (105 найменування), та додатків.. Загальний обсяг основного тексту дисертації – 138 сторінок, у тому числі 39 рисунків, 19 таблиць.

Зміст дисертації повністю відповідає обраній темі, викладений послідовно, з використанням коректної технічної термінології, містить достатню кількість ілюстративного матеріалу, що підтверджує цілісність і завершеність дослідження. Презентаційні матеріали відповідають основному змісту роботи.

Розділ 1. У розділі наведено стислий перелік вітчизняних підприємств, що спеціалізуються на виробництві холоднодеформованих труб відповідального призначення з використанням процесу холодного пільгерного деформування. Описано принципи та особливості реалізації процесу холодного пільгерного деформування труб, проаналізовано сучасні стандарти та типи станів, що використовуються у цьому процесі. Здійснено огляд наукових публікацій, присвячених впливу підвищення дрібності деформування на мікроструктурні характеристики та параметри точності труб, виготовлених методом холодного пільгерного деформування.

Розділ 2. У даному розділі представлено результати досліджень впливу підвищеної дрібності деформування на мікроструктуру труб, що досягається шляхом реалізації додаткової подачі та повороту заготовки перед деформуванням у зворотному ході кліті. Отримані результати порівнюються з варіантом технологічного процесу, в якому подача здійснюється перед прямим, а поворот — перед зворотним ходом кліті. Проаналізовано механізми впливу зазначених операцій на характер деформацій у миттєвому осередку деформування, що дозволяє встановити причинно-наслідкові зв'язки між технологічними параметрами процесу та формуванням мікроструктури металу.

Розділ 3. Розділ присвячено результатам експериментальних промислових досліджень, спрямованих на визначення впливу підвищеної дрібності деформування на показники геометричної точності труб, а саме: поперечну різностінність, овальність, а також відхилення зовнішнього діаметра уздовж довжини труби. Аналіз здійснено для чотирьох варіантів реалізації подачі та повороту. Особливу увагу приділено дослідженню змін поперечної різностінності на різних етапах обробки — від заготовки до готового виробу, а також аналізу розкиду середньої товщини стінки в партії труб, виготовлених за найбільш раціональним варіантом реалізації подачі та повороту.

Розділ 4. У завершальному розділі сформульовано практичні рекомендації щодо використання встановлених залежностей та результатів, отриманих у ході досліджень, для оптимізації процесу холодного пільгерного деформування за найбільш раціональним варіантом подачі та повороту. Розроблено математично-структурну модель, що дозволяє визначати раціональні параметри подачі та повороту з метою забезпечення необхідної точності труб у процесі розроблення технологій. Описано технічне рішення, розроблене за участю автора дисертації, яке захищене патентом України № 26279 на корисну модель. Це рішення стосується застосування методу холодного пільгерного деформування з підвищеною дрібністю деформування відповідно до варіанта 4, в якому подача і поворот заготовки здійснюються перед прямим та зворотним ходами кліті. Також представлено результати статистичного аналізу точності труб (за показниками поперечної різностінності та овальності), виготовлених на різних типорозмірах пільгерних станів за зазначеним технологічним варіантом.

6. Значення роботи для науки, практики та суспільства

Встановлено вплив збільшення дрібності деформування на формування градієнтної мікроструктури в умовах процесу холодного пластичного пільгерного деформування труб із корозійностійкої низьковуглецевої та високолегованої сталі. Це відкриття є важливим етапом у пошуку ефективних технологічних підходів до цілеспрямованого формування градієнтних структур, які, у свою чергу, забезпечують підвищення експлуатаційних характеристик труб та, відповідно, виробів відповідального призначення, виготовлених з них.

Результати досліджень щодо впливу дрібності деформування на геометричні параметри точності труб, зокрема поперечну різностінність та овальність, свідчать про можливість виготовлення продукції нового рівня якості. Це відкриває додаткові перспективи для підвищення конкурентоспроможності вітчизняних виробників та впровадження інноваційних рішень у виробничий процес.

Практична цінність дисертації Головченка Олексія Павловича полягає у значущому внеску у вирішення актуальних виробничих завдань, зокрема в удосконаленні технології виробництва холоднодеформованих труб за сучасними стандартами на прокатних станах нових конструкцій. Результати дисертаційного дослідження впроваджені на підприємстві ЗАТ «САНТРАВІС ПРОДАКШН ЮКРЕЙН», що підтверджено відповідним документом. Крім того, напрацювання дисертації використано в навчальному процесі НТУ «Дніпровська політехніка» під час викладання дисципліни *«Закономірності формування структури матеріалів»* для аспірантів освітньо-наукової програми *«Матеріалознавство»*.

7. Дотримання академічної доброчесності

За результатами перевірки на планіат встановлено, що дисертаційна робота Головченка Олексія Павловича є самостійною, не містить плагіату, з рівнем оригінальності 90 %. Використані концепції, результати й тексти інших авторів коректно оформлені з посиланням на відповідні джерела.

8. Дискусійні положення

- Механізм підвищеного подрібнення зерна на внутрішній поверхні труб порівняно із зовнішньою потребує поглибленого дослідження.
- У роботі відсутні дані про вплив кількості подвійних ходів у хвилину кліті на механізм подрібнення зерна на внутрішній поверхні труб.
- Доцільно було б обрати у роботі один усталений термін із двох вживаних – «деформування» або «деформація».
- Варто було б зазначити значення коефіцієнтів тертя між оправкою і металом та між металом і поверхнею валка.

Зазначені зауваження не знижують наукового рівня та загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

9. Загальний висновок

Дисертаційна робота написана грамотною технічною мовою, логічно структурована, а її наукові результати мають значну новизну, практичну цінність та є інноваційними. Виявлені недоліки носять несуттєвий характер і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи. Дисертація є самостійним завершеним науковим дослідженням.

Вважаю, що дисертаційна робота Головченка Олексія Павловича на тему «Вплив дрібності холодного пластичного деформування пільгерною прокаткою на мікроструктуру та точність труб» відповідає вимогам, що передбачені наказом Міністерства освіти та науки № 40 від 12.07.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії» (пп. 5, 6, 8).

Головченко Олексій Павловича заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю G8 Матеріалознавство, галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

Офіційний рецензент:

**Кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри конструювання,
технічної естетики і дизайну
Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»**

Наталія РОТТ